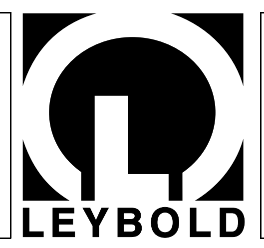
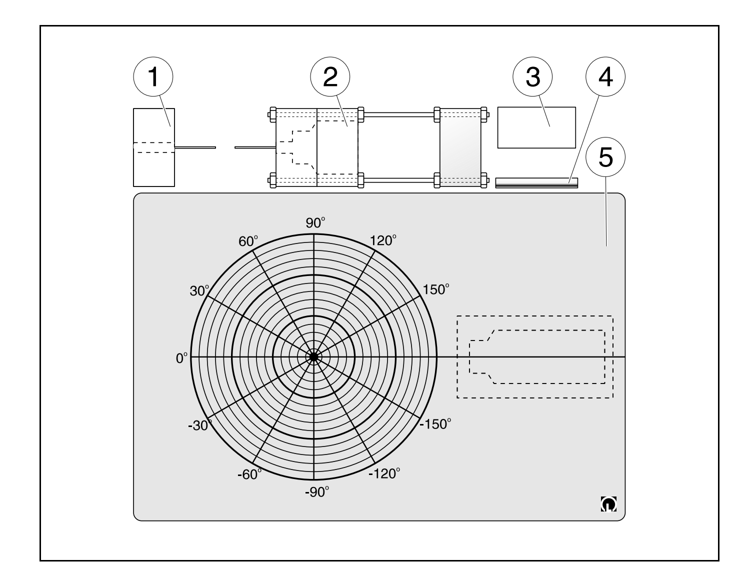


LEYBOLD DIDACTIC GMBH

11/96-Sf-



Mode d'emploi **559 800**
Instrucciones de servicio

L'équipement diffusion Compton
Equipo para la dispersión Compton

Fig. 1

L'équipement pour la diffusion Compton sert à l'observation qualitative et quantitative de l'effet Compton. La diffusion Compton illustre notamment le caractère corpusculaire du rayonnement γ et joue donc un rôle important dans la dualité d'onde et de particule en tant qu'expérience fondamentale de la mécanique quantique. Le montage expérimental permet de déterminer les variations de la longueur d'onde du rayonnement γ diffusé en fonction de l'angle de diffusion ainsi que de son intensité. Il est ainsi également possible de déterminer la section efficace différentielle.

1 Description du matériel, fournitures, caractéristiques techniques (voir fig. 1)

① Porte-échantillon,Ø int. 12 mm, avec collimateur
② Porte-détecteur avec écran en plomb
③ Ecran supplémentaire mobile
④ Diffuseur en aluminium
⑤ Plaque d'expérience avec échelle angulaire et coordonnées polaires

Cf. ① Le porte-échantillon est une brique en plomb à perçage central de 12 mm de diamètre intérieur pour la préparation radioactive;
trou borgne supplémentaire pour l'une des tiges en acier fournies comme index directionnel pour le perçage du collimateur

Cf. ② Le porte-détecteur avec écran en plomb donne un sens d'entrée défini du rayonnement γ, positionné sur le compteur à scintillations (559 90) en combinaison avec le module de sortie du détecteur (559 91);
trou borgne supplémentaire pour l'une des tiges en acier fournies comme index directionnel pour la fenêtre du détecteur

Cf. ③ L'écran supplémentaire mobile, une brique en plomb, sert surtout pour de petits angles de diffusion et de faibles écartements source - diffuseur - détecteur pour la réduction de l'intensité du rayonnement γ non diffusé

Cf. ④ Diffuseur en aluminium, tige cylindrique en aluminium pur comme centre de diffusion

El equipo para la dispersión Compton se emplea para observar de manera cualitativa y cuantitativa el efecto Compton. En la dispersión Compton se estudia especialmente el carácter corpuscular de la radiación γ. Por esta razón, este experimento básico juega un papel relevante en el dualismo partícula-onda de la mecánica cuántica. Con este montaje experimental se puede determinar las variaciones de la longitud de onda y la intensidad de la radiación γ dispersada en función del ángulo de dispersión. Además, también se puede determinar la sección eficaz diferencial de la medición.

1 Descripción, volumen de suministro y datos técnicos (véase la Fig. 1)

① Portamuestra ($Ø_i$ = 12 mm) con colimador
② Soporte del detector con blindaje de plomo
③ Blindaje adicional movible
④ Dispersor de aluminio
⑤ Panel de experimentación con escala angular y coordenadas polares

Para ① El Portamuestra es un ladrillo de plomo con taladro ($Ø_i$ = 12 mm) en el centro, listo para recibir al preparado radioactivo;
con agujero ciego adicional para recibir una de las clavijas de acero suministradas que sirve como indicador de dirección para el taladro del colimador.

Para ② El soporte del detector con blindaje de plomo da una dirección de entrada definida de la radiación γ orientada hacia el contador de centelleo (559 90) junto con la etapa de salida del detector (559 91),
con agujero ciego adicional para recibir una de las clavijas de acero suministradas que sirve como indicador de dirección para la ventana del detector.

Para ③ Blindaje adicional movible; el ladrillo de plomo se emplea especialmente para pequeños ángulos de dispersión y pequeñas distancias entre la fuente, el dispersor y el detector para reducir la intensidad de la radiación no-dispersada.

Para ④ Dispersor de aluminio; varilla de aluminio puro cilíndrica, se emplea como centro dispersor.

2 Utilisation

- Commencer par monter l'AMC-CASSY (529 780) avec l'alimentation haute tension (521 68), le module de sortie du détecteur (559 91) et le compteur à scintillations (559 90) conformément aux modes d'emploi correspondants
- Introduire par derrière le compteur à scintillations dans le porte-détecteur ②
- Placer avec l'écartement voulu le porte-détecteur ② ainsi que le porte-échantillon ① sur une feuille de papier à coordonnées polaires (pour une détermination aisée de l'angle), voir fig. 2
- Insérer par derrière une préparation de césium 137 (559 809) dans le porte-échantillon ①
- Régler l'amplification par variation de la haute tension sur l'alimentation haute tension 1,5 kV (521 68) de façon à ce que le pic photoélectrique du césium 137 soit enregistré sans problème
- Avec les préparations de césium 137 (559 809) et d'américium 241, relever les spectres de calibrage pour ϑ = 0°. Procéder au calibrage de l'énergie à l'aide du programme AMC-Cassy.
- Relever un spectre pour le césium 137 pour chacun des angles de diffusion ϑ voulus. Il faudra ici éventuellement se servir de l'écran supplémentaire.
- Pour une détermination minutieuse de l'énergie du pic de diffusion E, il est judicieux pour chaque angle ϑ de procéder à une mesure avec et sans diffuseur pour pouvoir exploiter la différence entre les spectres. Cette différence est indispensable pour la détermination de l'intensité des pics I_ϑ.
- C'est à partir de la position des pics qu'est déterminée l'énergie du rayonnement de diffusion E_ϑ et donc la variation de la longueur d'onde.
- Comparaison avec la probabilité suivante (voir fig. 3)

$$E_\vartheta = E_0 \cdot \frac{1}{(1 + \alpha \cdot (1 - \cos\vartheta))}$$

avec:

$$\alpha = \frac{E_0}{m_e \cdot c^2}$$

E_0: Energie du rayonnement γ non diffusé
$m_e c^2$: Masse de l'électron au repos

- Par intégration du pic photoélectrique, on a l'intensité I_ϑ du rayonnement de diffusion
- Les intensités relatives I_ϑ des pics du rayonnement de diffusion peuvent être comparées avec les probabilités de la formule de Klein et Nishina pour la section efficace différentielle $d\sigma / d\Omega$. Le facteur de calibrage C se calcule comme suit:

$$C = \frac{1}{n} \cdot \sum_{\vartheta = 0}^{n} \frac{I_\vartheta}{\frac{d\sigma}{d\Omega}}$$

σ: Section efficace
Ω: Angle solide du rayonnement de diffusion
n: Nombre des divers angles de diffusion

Remarques

1) Le temps de mesure par angle de diffusion doit s'orienter à la précision voulue ainsi qu'à l'écartement source-diffuseur-détecteur.
2) De grands écartements source-diffuseur-détecteur augmentent la résolution de l'angle mais exigent des temps de mesure plus longs à cause du taux de comptage plus faible.
3) Pour de petits angles de diffusion, notamment aussi pour de petits écartements, utiliser l'écran en plomb supplémentaire pour supprimer le fond par rayonnement γ non diffusé.

2 Manipulación

- Primeramente montar el analizador multicanal VKA-CASSY (529 780) con la fuente de alimentación de alta tensión de 1,5 kV (521 68), la etapa de salida para detector (559 91) y el contador de centelleo (559 90) según las instrucciones de servicio correspondientes.
- Luego, introducir el contador de centelleo en el soporte del detector ②, por detrás.
- Colocar el soporte del detector ② y el portamuestras ① sobre la hoja con coordenadas polares (para una simple determinación del ángulo) y según las distancias que desee, véase la Fig. 2
- Introducir el preparado de ^{137}Cs (559 809) en el portamuestras ①, por detrás.
- Ajustar la ganancia variando la alta tensión en la fuente de alimentación de 1,5 kV (521 68) de tal manera que el fotopico del ^{137}Cs todavía pueda ser registrado sin dificultad.
- Registrar los espectros de calibración con los preparados ^{137}Cs (559 809) y ^{241}Am para ϑ = 0°. Efectuar la calibración de energía con el programa "MCA".
- Registrar un espectro del ^{137}Cs para cada ángulo de dispersión deseado ϑ. Para tal efecto y en caso necesario, emplear un blindaje adicional.
- Para efectuar una determinación cuidadosa de la energía del pico disperso E_ϑ, se recomienda realizar una medición para cada ángulo ϑ, con y sin dispersión, para así poder evaluar la diferencia entre los espectros. El resultado de esta diferencia es imprescindible para la determinación de las intensidades de los picos I_ϑ .
- De las posiciones de los picos se calcula la energía de la radiación de dispersión E_ϑ y con ello la variación de la longitud de onda.
- Comparación con la teoría (véase la Fig. 3)

$$E_\vartheta = E_0 \cdot \frac{1}{(1 + \alpha \cdot (1 - \cos\vartheta))}$$

en donde:

$$\alpha = \frac{E_0}{m_e \cdot c^2}$$

E_0: es la energía de la radiación γ no-dispersada
$m_e c^2$: es la energía de la masa en reposo del electrón

- La intensidad I_ϑ de la radiación dispersada se obtiene al integrar el área del fotopico.
- Las intensidades relativas I_ϑ de los picos pueden ser comparadas con lo predicho por la fórmula de Klein-Nishina para el cálculo de la sección eficaz diferencial $d\sigma / d\Omega$. El factor de calibración C se calcula de:

$$C = \frac{1}{n} \cdot \sum_{\vartheta = 0}^{n} \frac{I_\vartheta}{\frac{d\sigma}{d\Omega}}$$

σ: Sección eficaz
Ω: ángulo sólido de la radiación dispersada
n: es el número de ángulos diferentes

Notas:

1) El tiempo de medición por ángulo de dispersión depende de la precisión deseada y de la distancia entre la fuente, el dispersor y el detector.
2) Si las distancias entre la fuente, dispersor y el detector son mayores, entonces se aumentará la resolución angular, aunque ello requeriría mayores tiempos de medición porque la razón de conteo es menor.
3) En caso de tener pequeños ángulos de dispersión, particularmente cuando se tienen pequeñas distancias, emplear un blindaje adicional para suprimir el ruido de fondo producido por la radiación γ no dispersa.

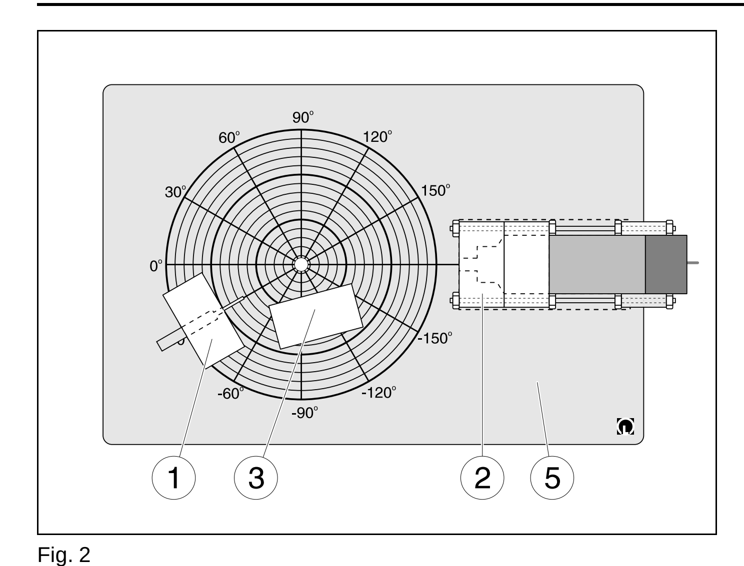


Fig. 2

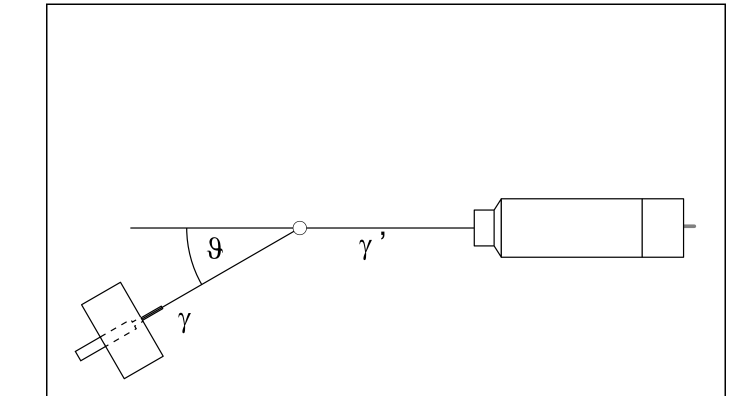


Fig. 3

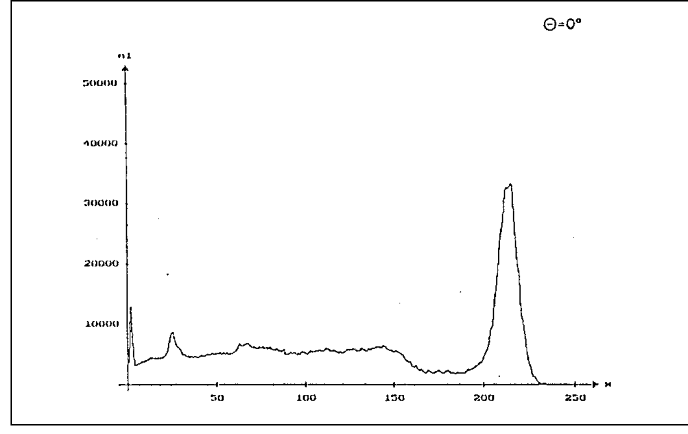


Fig. 4.1

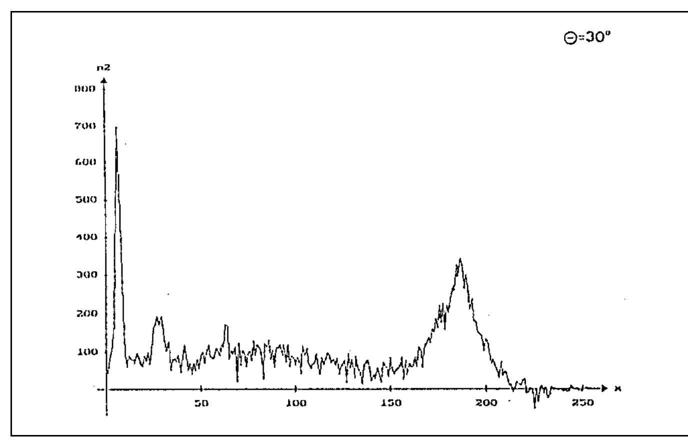


Fig. 4.2

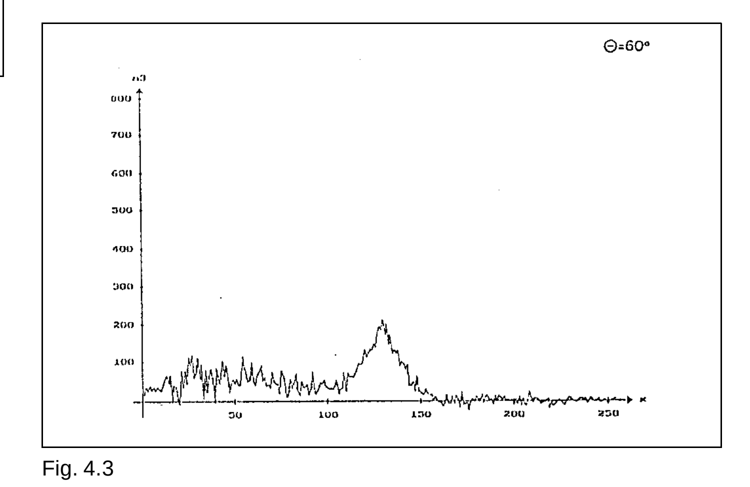


Fig. 4.3

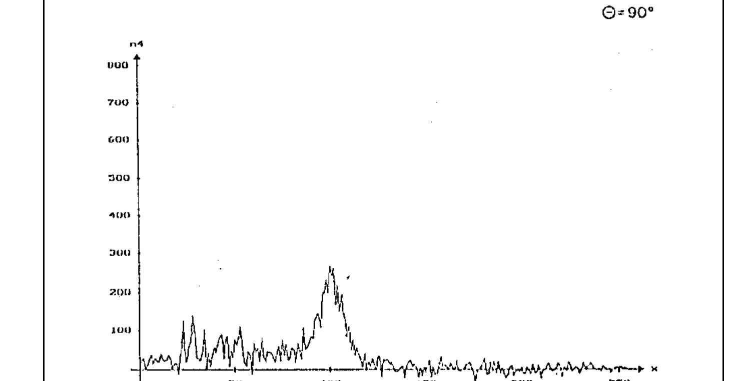


Fig. 4.4

Fig. 4
Spectres relevés avec l'AMC-CASSY

Espectros registrados con VKA-CASSY

Fig. 4.1
Spectre du ^{137}Cs pour $\vartheta = 0°$

Espectro del ^{137}Cs para $\vartheta = 0°$

Fig. 4.2 - 4.4
Spectres différentiels pour l'effet Compton avec du ^{137}Cs (559 809) pour différents angles ϑ, déterminés à partir des spectres relevés avec et sans aluminium

Espectros Compton ^{137}Cs para diferentes ángulos ϑ obtenido de la diferencia entre los registros del espectro con aluminio y el de sin aluminio